NOTICE HISTORIQUE SUR LA VIE ET L'ŒUVRE

DE

LORD KELVIN

ASSOCIÉ ÉTRANGER DE L'ACADÉMIE.

LUE DANS LA SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU 22 DÉCEMBRE 1919,

PAR

M. ÉMILE PICARD,

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL.

MESSIEURS,

Une des plus anciennes et des plus célèbres Sociétés savantes du Monde, la *Société Royale de Londres*, fut fondée au dix-septième siècle pour contribuer aux progrès de la Philosophie naturelle. Ce beau mot n'a pas cessé d'être employé chez nos amis d'outre-Manche, et un Ouvrage, célèbre entre tous dans l'histoire des Sciences, principal titre de gloire de Newton, est intitulé : *Principes mathématiques de la Philosophie naturelle*. En France, le terme si expressif de nos voisins fut beaucoup moins usité. Le mot, Philosophie, évoque le plus souvent chez nous les idées de psychologie, de logique, de morale, ou encore rappelle les systèmes métaphysiques, dans lesquels l'humanité cultive ses inquiétudes et ses angoisses, reprenant sans

cesse des problèmes jamais résolus. Cependant, nos géomètres et nos physiciens de la première moitié du siècle dernier parlaient quelquefois de Philosophie naturelle. Au début du discours sur la théorie analytique de la chaleur, Fourier écrivait : « Les causes primordiales ne nous sont point connues, mais elles sont assujetties à des lois simples et constantes, que l'on peut découvrir par l'observation, et dont l'étude est l'objet de la Philosophie naturelle. » Dans sa pensée, il s'agissait surtout des sciences de la nature arrivées à un stade assez avancé pour n'avoir plus un caractère purement descriptif, et pour permettre la déduction de résultats non encore observés, avec la possibilité d'arriver à des prévisions numériques. Parmi les adeptes de la Philosophie naturelle ainsi entendue, c'est-à-dire de la Physique générale et mathématique, un des plus éminents fut notre associé étranger, Sir William Thomson, qui devint pair d'Angleterre sous le nom de Lord Kelvin. Son génie s'est montré capable des spéculations les plus profondes et les plus hardies, en même temps qu'habile aux applications étudiées dans leurs détails les plus minutieux. Je me propose de retracer la vie de l'illustre physicien et de rappeler les points essentiels de son œuvre, si originale et si variée, où n'ont jamais été plus harmonieusement unies la théorie et la pratique.

*
* *

William Thomson naquit à Belfast, le 21 juin 1824. Un de ses ancêtres, John Thomson, d'origine écossaise, était venu se fixer en Irlande au milieu du XVIIe siècle, et depuis cette époque les Thomson étaient fermiers de père en fils. James Thomson, le père de notre confrère, ne suivit pas la carrière familiale. Il montra dès son enfance d'heureuses dispositions pour les sciences, et l'on raconte qu'à douze ans il construisit seul un cadran solaire. Il devint, en 1815, pro-

fesseur de Mathématiques à l'Institution royale de Belfast, position qu'il conserva pendant dix-sept ans. A cette époque, on en était resté à Newton dans les Cours de Philosophie naturelle des Universités anglaises, particulièrement à Cambridge. James Thomson sut prendre en Irlande plus de liberté. Il avait étudié de bonne heure Lagrange, Laplace, Fourier, et il fit profiter ses auditeurs de son érudition. Aussi, eut-il rapidement la réputation d'un remarquable professeur, et, en 1832, la chaire de Mathématiques devenue vacante à l'Université de Glasgow lui fut attribuée. James Thomson revenait ainsi dans le pays de ses ancêtres. Des six enfants qu'il ramenait avec lui, deux devaient laisser un nom dans la Science : tout d'abord le futur Lord Kelvin, et son frère James, de deux ans plus âgé, qui s'occupa avec succès de Thermodynamique.

En ce temps, l'Université de Glasgow était, comme le sont encore aujourd'hui beaucoup d'Universités anglo-saxonnes, un établissement d'enseignement secondaire en même temps que d'enseignement supérieur. William y fut immatriculé à l'âge de dix ans, au mois d'octobre 1834. Ses succès furent brillants ; une traduction des dialogues de Lucien lui valut un prix en 1836. La précocité du jeune Thomson était remarquable. Dans le Cours de Philosophie naturelle, il obtint une médaille pour un essai *sur la figure de la terre*, dont le manuscrit a été conservé ; on y reconnaît un lecteur de Laplace et de Poisson, dont les travaux sont mis en œuvre avec une originalité étonnante pour un jeune homme de quinze ans. En 1840, il aborde la théorie analytique de la chaleur de Fourier, admirable poème mathématique, comme aimait à dire plus tard Lord Kelvin. Ce fut pour lui une révélation de voir l'analyse appliquée à des problèmes de conductibilité calorifique, et cette étude eut une profonde influence sur son œuvre entière ; on en retrouve la trace jusque dans ses derniers écrits. Dans un voyage qu'il fait en Allemagne pour apprendre l'allemand, il a dans sa malle le livre de Fourier, malgré la défense expresse de son père. Vers

la même époque, il était un lecteur assidu de Lagrange et de Laplace. Il apprenait dans leurs Ouvrages combien peut être fécond l'esprit mathématique, uni au sens des réalités physiques, et il n'a jamais cessé de se dire le disciple de notre grande école physico-mathématique.

En 1841, Thomson termine ses études à Glasgow, sans passer aucun examen, et il part pour Cambridge, où il entre au collège Saint-Pierre. Les lettres écrites à son père nous le montrent dans le cadre de la vieille Université anglaise. A cette époque, comme il y a peu d'années encore, le *tuteur privé* jouait un rôle important dans le travail de l'étudiant. Thomson fait un grand éloge de son premier tuteur, M. Hopkins, qui était l'auteur d'un petit Mémoire sur la rigidité interne de la terre, sujet qu'il avait lui-même déjà étudié à Glasgow. Ses lectures sont très variées sur l'Algèbre, l'Analyse, la Physique, la Chimie, et porte souvent sur les Mémoires originaux. Les laboratoires de Cambridge étaient rudimentaires ; Thomson achète quelques instruments de physique et fait dans sa chambre des manipulations.

Le jeune étudiant n'était pas entièrement absorbé par ses travaux intellectuels. Les exercices physiques n'avaient pas alors l'importance qu'ils ont prise depuis à Cambridge, mais cependant des sports variés étaient en honneur, et Thomson se signalait par son ardeur au canotage, qu'il pratiquait deux heures par jour. Il obtint, non sans peine, de son père l'achat d'un bateau, le *Nautilus*, et forma une équipe avec cinq de ses camarades, préludant ainsi sur le Cam aux opérations nautiques, qu'il poursuivra plus tard sur son yacht le *Lalla-Roukh*. Il était aussi membre actif et fut même président de la Société musicale de l'Université. Il jouait avec habileté des instruments à vent, auxquels il devait, à Glasgow, consacrer chaque année une leçon dans son Cours, ne dédaignant pas de joindre la pratique à la théorie.

De 1842 à 1845, Thomson, tout en préparant ses examens universitaires, publie divers travaux dans le *Journal de Mathématiques* de

Cambridge. Ses premières Notes se rapportent aux séries de Fourier. Un géomètre anglais avait cru établir que ces séries ne représentent que des fonctions assez spéciales ; Thomson, indigné, lui montre son erreur. Un Mémoire ultérieur sur le mouvement de la chaleur dans les solides et ses rapports avec la théorie mathématique de l'électricité indique déjà une pénétration profonde dans l'étude des analogies entre les lignes de flux calorifique et les lignes de forces électriques ; on y trouve une proposition célèbre sur l'équivalence des champs créés extérieurement par des corps électriques et une couche convenable placée sur une surface équipotentielle ; mais ici le jeune auteur, comme il le sut plus tard, avait été devancé par Gauss et par Chasles, qui, eux-mêmes, avaient seulement retrouvé des résultats publiés dix ans plus tôt par Georges Green. Dans cette question, le calcul avait, sur certains points, devancé l'expérimentation, en découvrant des théorèmes fondamentaux sur l'induction électrostatique, et montrant en particulier qu'à l'intérieur d'une cavité creusée dans un conducteur aucune manifestation électrique extérieure ne peut être ressentie. Ce résultat, que devait établir ultérieurement Faraday dans des expériences restées classiques, constitue le principe de l'emploi des cages métalliques comme paratonnerres, et sert de base à toutes les mesures modernes d'électrostatique. Il est d'ailleurs juste de rappeler, et ceci est peu connu, que, quatre ans avant Green, Poisson avait donné ce résultat pour une sphère métallique renfermant une cavité sphérique, exemple entre bien d'autres des difficultés que l'on rencontre dans l'histoire des Sciences, quand on veut rendre à chacun ce qui lui est dû.

Un autre travail de Thomson sur la chaleur contient en germe des questions sur lesquelles il est souvent revenu. Que deviennent certaines formules concernant l'état calorifique futur d'un corps, quand on donne au temps une valeur négative, c'est-à-dire quand on considère le passé ? En d'autres termes, un état calorifique déterminé peut-il résulter d'une distribution antérieure de température ?

Il y a des cas où la réponse est négative; ce fait avait pour Thomson une grande importance, et avec quelque hardiesse il y rattachait la nécessité d'un commencement pour l'ordre naturel des choses. Des vues analogues se retrouveront dans ses recherches sur le refroidissement du globe terrestre, qui l'amèneront à de longues discussions avec certaines écoles géologiques.

C'est encore pendant son séjour à Cambridge que Thomson découvrit le principe de l'admirable méthode des images électriques, qui lui fournit la solution de nouveaux problèmes sur la distribution de l'électricité à la surface des conducteurs. Dans ces recherches, il fut amené à transformer un problème de distribution électrique en un autre au moyen d'une inversion géométrique; il obtint en particulier la distribution, vainement cherchée jusque là, sur une calotte sphérique. Liouville reproduisit plus tard dans son journal ces beaux résultats, et prit la peine de les commenter. « Mon but sera rempli, écrivait-il en terminant, si ces remarques peuvent aider à bien faire comprendre la haute importance du travail du jeune géomètre, et si M. Thomson lui-même veut bien y voir une preuve nouvelle de l'amitié que je lui porte et de l'estime que j'ai pour son talent. »

Ses travaux personnels détournaient quelque peu Thomson de la préparation aux examens qu'il devait passer avant de quitter l'Université. Il n'eut pas, en 1845, le titre envié de *senior wrangler*, c'est-à-dire de premier champion, et fut seulement classé le second. Son esprit toujours en travail, passant avec une étonnante facilité d'un sujet à un autre, se pliait difficilement aux exercices scolaires imposés par les règlements. Il faut reconnaître aussi que Thomson se préoccupa rarement de faire des expositions systématiques et bien coordonnées de ses idées. James Thomson avait espéré pour son fils la première place dans les luttes universitaires; il y tenait d'autant plus qu'il se préoccupait de lui ménager la succession du professeur de Philosophie naturelle à l'Université de Glasgow, le docteur Makleham, alors grave-

ment malade. Cette petite déception n'eut heureusement pas de conséquences fâcheuses, Thomson ayant obtenu quelques jours après le prix Smith se rapportant spécialement à la Physique.

*
* *

A l'âge de vingt ans, le nouveau gradué de Cambridge avait déjà pris rang parmi les savants doués de l'esprit d'invention. On pouvait se demander si Thomson serait mathématicien ou physicien. L'élégance de son Mémoire sur les images électriques dénotait un géomètre d'une rare pénétration. Cependant, à mieux y regarder, il apparaissait que, dans ses préoccupations, la Mathématique tenait la seconde place, et qu'il se souciait surtout des conséquences physiques pouvant être déduites des transformations analytiques. Les idées de Faraday l'avaient vivement frappé, et il avait cru un moment à une contradiction entre la notion de lignes de forces posée par l'illustre physicien et les lois de Coulomb. Une forte culture mathématique, que ne possédait pas Faraday, lui permit de trouver la solution de ces difficultés dans les relations qu'il avait déjà signalées entre l'équilibre calorifique et l'équilibre électrique.

Ses examens terminés à Cambridge, Thomson vient passer quelques mois à Paris. Il y a des relations suivies avec Liouville, fréquente Chasles et Sturm, auxquels il fait connaître l'essai de Green sur l'électrostatique. Il voit aussi Cauchy, peu enclin à suivre les idées d'autrui, mais instruisant le jeune maître par l'annonce de ses travaux; l'influence est visible, dans plusieurs écrits de Thomson, du Mémoire de Cauchy sur le mouvement des ondes, auquel notre grand géomètre avait mis comme épigraphe: *Nosce quot Ionii veniant ad littora fluctus.* « Cauchy, écrivait Thomson à son père, a toujours beaucoup à me dire sur les belles choses qu'il vient de découvrir. Chaque semaine, il

présente à l'Institut un ou deux Mémoires. » Cauchy faisait dévier parfois la conversation sur d'autres sujets. Il avait le goût de l'apostolat, et essaya sans succès de convertir Thomson au catholicisme.

Biot présenta Thomson à Regnault, dont le laboratoire au Collège de France était alors un des plus importants centres de recherches scientifiques. Il ne semblait pas que les travaux antérieurs du jeune savant anglais dussent le disposer à apprécier beaucoup les mesures minutieuses que l'on y effectuait; il est cependant conquis par l'art merveilleux de l'expérimentateur français, et est accepté comme préparateur bénévole. C'est avec joie qu'il manœuvre la pompe, quand le maître donne l'ordre de faire le vide, ce qui ne l'empêche pas, entre deux manipulations, de lire les Mémoires de Poisson qu'il trouve dans la bibliothèque de Regnault. Les travaux du laboratoire l'amènent aussi à étudier le Mémoire dans lequel Clapeyron développait en 1834 quelques-unes des idées indiquées dix ans auparavant par Sadi Carnot dans ses célèbres *Réflexions sur la puissance motrice du feu*. L'Ouvrage de Sadi Carnot, qui a ouvert à la science des voies entièrement nouvelles, avait été tiré à peu d'exemplaires, et il était resté, on peut le dire, inconnu. Thomson a raconté les vains efforts qu'il fit à Paris pour le trouver. « Avez-vous, disait-il au libraire, l'Ouvrage de *Caino* sur la puissance motrice du feu? » Je ne connais pas cet auteur, répondait le marchand. Et quand Thomson s'était soigneusement appliqué à prononcer Ca*rr*not, on lui présentait un volume de sociologie d'Hippolyte Carnot. C'était bien un membre de la même famille, Hippolyte et Sadi Carnot étant les deux fils de Lazare Carnot, mais Thomson s'intéressait moins aux questions sociales qu'à la puissance motrice du feu. Ce n'est qu'en 1848 qu'il trouva un exemplaire du livre ardemment désiré.

Thomson n'oublia jamais l'accueil qu'il reçut à Paris dans sa jeunesse. En 1895, au centenaire de l'Institut, il en évoquait encore le souvenir dans les termes suivants : « Le vénérable Biot m'a pris par la

main, et m'a placé dans le laboratoire du Collège de France sous la direction de Regnault; ainsi, j'ai vu ce grand physicien de jour en jour, travaillant sur les propriétés des gaz. A Regnault et à Liouville, je serai toujours reconnaissant pour la bonté qu'ils m'ont témoignée et pour les méthodes qu'ils m'ont enseignées sur la physique expérimentale et sur la physique mathématique dans l'an 1845. »

A son retour à Cambridge, Thomson fut nommé *fellow* du Collège Saint-Pierre. Il devait conserver ce *fellowship* jusqu'à l'époque de son mariage en 1852, les fellows, sauf de très rares nommés à vie, devant être célibataires; il y adjoignit quelque temps la position de lecteur de mathématiques. Mais il ne resta pas longtemps à Cambridge. Au mois de mai 1846, la chaire de Philosophie naturelle devint vacante à Glasgow, et Thomson se mit sur les rangs pour la succession du docteur Makleham. La plus grave objection faite à la candidature de ce jeune homme de vingt-deux ans était la crainte qu'il fût trop savant et ne pût se mettre à la portée des étudiants. Cependant les autres candidats se retirèrent, et Thomson fut élu à l'unanimité. Avant la nomination définitive, il eut un mois pour composer une dissertation latine : *De caloris distributione per terræ corpus*. Après cette soutenance inaugurale, Thomson ayant, suivant la loi, souscrit au formulaire de l'Église d'Écosse, fut définitivement installé dans cette chaire de Philosophie naturelle, qu'il a occupée pendant cinquante-trois ans, n'ayant jamais voulu, malgré les appels les plus pressants, quitter la vieille Université écossaise.

Une des premières préoccupations du nouveau professeur fut d'organiser un laboratoire de physique pour les étudiants, ce qui était en Écosse et en Angleterre une grande nouveauté. La classe ordinaire, qui se tenait chaque jour pendant deux heures, comptait une centaine d'élèves, parmi lesquels de nombreux étudiants en théologie. L'enseignement de la Mécanique, de la Physique et parfois de l'Astronomie, que donnait Thomson, n'avait rien de didactique; les digressions abon-

daient, et la vive imagination du professeur l'entraînait parfois loin du sujet de la leçon. Celle-ci commençait par une interrogation; le souvenir est resté, chez les étudiants de Glasgow, d'une colle, si j'ose le dire, de Lord Kelvin « Pourquoi l'écliptique s'appelle-t-elle l'écliptique ? »

Au début de l'année, le cours était précédé d'une introduction générale, qui paraît avoir peu changé avec le temps. Thomson y distinguait deux stades dans le développement de la science du monde extérieur : celui de l'Histoire naturelle et celui de la Philosophie naturelle. Le premier se rapporte à la description et la classification des faits observés ; dans le second, on s'efforce de découvrir par induction des lois générales dans chaque domaine du monde matériel, puis la déduction intervient, des prévisions deviennent possibles, que doivent vérifier l'observation et l'expérience. La leçon prenait par endroits un tour religieux. « Quand nous suivons le développement de la science depuis les anciens âges et les progrès faits par l'esprit humain dans la découverte de la vérité, nous sentons, disait Thomson, que le pouvoir de trouver les lois établies par le Créateur pour maintenir l'harmonie de ses œuvres est le plus noble privilège qu'Il a accordé à notre intelligence. Si nous négligeons de développer les facultés qu'Il nous a octroyées dans ce but, nous rejetons ses dons et nous sommes indignes de ses bienfaits. » Le professeur ne pouvait manquer de rappeler l'importance du travail scientifique pour l'amélioration de la condition humaine, mais il insiste sur ce que l'on ne doit pas regarder ces améliorations comme l'objet propre et la fin de la science. « Rien, ajoute-t-il, ne pourrait nuire davantage au développement de la connaissance que la prédominance d'une telle vue.... En réalité, aucune grande loi, en philosophie naturelle, n'a été découverte pour ses applications pratiques, tandis que les exemples sont innombrables de recherches faites en dehors de ce but étroit, mais qui y ont plus tard conduit. » L'affirmation, vraie dans son ensemble, est peut-être trop absolue, mais

elle avait une saveur particulière, venant d'un homme qui, en même temps qu'un savant illustre, a été un très habile technicien. Avec Bacon, Thomson insiste sur la joie qu'il y a à avancer dans la connaissance de l'Univers; la pensée de l'Ecclésiaste, d'après laquelle celui qui augmente sa science augmente sa douleur, devait lui paraître un blasphème. Aucun doute sur la valeur de la science n'effleura jamais l'esprit de Lord Kelvin, et les controverses philosophiques sur ce sujet ne l'intéressaient pas.

*
* *

A la fin du XVIIIe siècle, la chaleur, ou, avec plus de précision, le calorique était regardé comme un agent impondérable, susceptible de passer d'un corps à un autre ou de rester latent, mais indestructible. Lavoisier toutefois avait fait des réserves sur la nature matérielle de cette substance, et, un peu plus tard, Rumford, étudiant la chaleur produite dans le forage des canons, avait conclu qu'elle pouvait être créée ou détruite. En Angleterre, à partir de 1843, l'étude des courants électriques et de la compression des gaz avait conduit Joule à affirmer que la chaleur et la puissance mécanique étaient susceptibles d'être converties l'une dans l'autre suivant des rapports numériques déterminés, mais ses résultats furent accueillis avec incrédulité. En 1847, au Congrès de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences, on ne lui laissa même que quelques instants pour exposer ses dernières recherches. William Thomson était présent à la séance, et son attention fut vivement attirée par cette communication qui le surprit et l'inquiéta. Thomson, nous l'avons dit, connaissait par Clapeyron le Mémoire de Carnot. Celui-ci avait accepté avec quelques réserves, comme Lavoisier, les hypothèses courantes sur la matérialité du calorique. Ces hypothèses admises, le travail dans une machine à vapeur résulte de la chute d'une certaine quantité de chaleur descendant de la température de la chaudière à celle plus basse du condenseur, de

même que l'eau, actionnant une roue hydraulique, descend d'un niveau à un niveau plus bas. La chaleur, comme l'eau, reste en même quantité au commencement et à la fin de l'opération.

D'autre part, une machine, opérant de la manière la plus économique et se retrouvant à la fin de l'opération dans les mêmes conditions qu'au début, produit un travail, dont le rapport à la chaleur mise en œuvre prise à la chaudière dépend uniquement des températures de la chaudière et du condenseur : telle est, sous sa forme primitive, le principe de Carnot. En 1848, les résultats de Joule paraissent à Thomson inconciliables avec les idées de Carnot, dont il voit au contraire une confirmation dans le calcul, fait à l'aide des données de Regnault, du rendement des machines à air, à vapeur d'eau, à vapeur d'alcool, fonctionnant entre les mêmes limites de température. Les objections se présentent à lui nombreuses : il croit encore, à cette époque, que la conversion de la chaleur en travail est probablement impossible. A propos de la production de la chaleur par le travail, il revient même sur l'ancienne objection que la chaleur peut rester latente ou que quelque altération physique change la capacité calorifique. De plus, et c'est un point pour lui bien troublant, il n'y a pas d'effet mécanique, quand la chaleur est transportée d'un corps à un autre par conductibilité.

Cependant, une étude plus approfondie et quelques suggestions de Rankine modifient peu à peu les idées de Thomson, et, d'après son propre témoignage, il avait réussi à voir comment se conciliaient le principe de l'équivalence et celui de Carnot, quand parut le Mémoire de Clausius. Une polémique s'ensuivit entre le physicien allemand et les amis de Thomson; elle est aujourd'hui sans intérêt. Les deux principes ne sont pas contradictoires, si l'on tient compte de ce qu'une certaine quantité de chaleur, correspondant au travail effectué, est détruite.

Que de tâtonnements dans la fondation de la Thermodynamique

eussent été évités, si Sadi Carnot n'avait pas été enlevé en 1832 par une mort prématurée! Les notes manuscrites qu'il a laissées, publiées en partie seulement en 1878, et qui forment une des pièces les plus précieuses des Archives de notre Académie, montrent qu'à la fin de sa vie il avait pleinement adopté l'idée de l'équivalence de la chaleur et du travail, donnant même pour l'équivalent mécanique de la calorie un nombre voisin de celui que devait trouver longtemps après Robert Mayer. Lord Kelvin a dit plus tard très justement que, dans toute l'étendue du domaine des sciences, il n'y a rien de plus grand que l'œuvre de Sadi Carnot.

Dans ce rappel historique, si sommaire soit-il, il convient de mentionner Seguin, l'inventeur des chaudières tubulaires, qui en 1839, c'est-à-dire quatre ans avant Mayer, émit nettement l'idée qu'une certaine quantité de calorique disparaît dans la production de la puissance mécanique, et que les deux phénomènes sont liés entre eux par des conditions qui leur assignent des relations invariables.

En 1851, Thomson publia son grand Mémoire sur la théorie dynamique de la chaleur. C'est un de ses travaux les plus achevés, et dont presque toutes les parties sont devenues classiques. Il rend justice à Clausius, mais il ajoute qu'il avait trouvé antérieurement l'explication des difficultés qui l'avaient longtemps arrêté, modifiant de lui-même ses anciens points de vue. Après l'établissement des équations fondamentales, le Mémoire contient des applications très variées des deux principes de la Thermodynamique dans tout le domaine de la Physique. Thomson insiste sur les relations qu'établit la théorie entre les propriétés des corps, mettant ainsi en évidence des réciprocités qui en montrent la fécondité; ainsi, suivant l'importante remarque de son frère James, la pression abaisse le point de congélation d'un liquide, comme l'eau, qui se dilate en se solidifiant, tandis qu'elle l'élève quand il y a contraction.

Au nom de Thomson restera attachée la notion d'une échelle absolue

de température. D'après cette échelle, le rapport des températures absolues de deux corps quelconques est égal au rapport des quantités de chaleurs prises à l'un et transmises à l'autre, en supposant ces corps en conjonction au moyen d'une machine thermique parfaite. La comparaison de l'échelle thermodynamique avec celle donnée par un gaz à pression constante ramenait à une ancienne expérience de Gay-Lussac, d'après laquelle un fluide élastique qui s'écoule d'un vase plein dans un autre vase de même volume, où l'on a fait le vide, se refroidit dans le premier autant qu'il s'échauffe dans le second. Cette expérience avait été reprise par Joule, mais Thomson la regardait comme peu concluante. Aussi proposa-t-il à son ami de la reprendre en mettant entre les deux récipients une paroi poreuse à travers laquelle le gaz devait passer, en subissant une détente qui pouvait être considérable. On constata alors que la température ne reste pas invariable; il y a un refroidissement avec les gaz qui se compriment plus que ne l'exige la loi de Mariotte. Une formule simple fait connaître ce refroidissement en fonction de la différence des pressions et de la température absolue du jet. Linde devait se souvenir quarante ans plus tard de cette expérience de Thomson; c'est sur le froid résultant de la détente sans travail extérieur qu'est basée sa machine pour la liquéfaction de l'air.

Deux courts Mémoires écrits en 1852 sont particulièrement mémorables. Dans l'un, Thomson fait la distinction entre l'énergie *totale* et l'énergie *utilisable*, *énergie available to man*, comme dit le titre du Mémoire. L'autre est intitulée : *Sur la tendance universelle dans la nature à la dissipation de l'énergie mécanique*. La distinction entre la quantité et la qualité de l'énergie était alors une idée toute nouvelle. Ainsi dans un système, soustrait à toute action extérieure et passant par voie irréversible d'un état à un autre, la quantité d'énergie est bien constante, mais la quantité d'énergie utilisable par nous pour produire du travail est moindre; la *qualité* de l'énergie a diminué.

Le frottement, les chutes de chaleur par conductibilité, la résistance des conducteurs dans la propagation de l'électricité produisent, entre autres causes, ce résultat. L'introduction dans la science de l'idée d'énergie utilisable, avec toute son ampleur, est un des titres de gloire de Thomson. En signalant dans le monde actuel une tendance à la dissipation de l'énergie utilisable, il créait une doctrine de l'évolution du monde inorganique, et nos conceptions de l'Univers matériel se trouvaient changées. Thomson insiste sur ce que toutes les formes connues de l'énergie ont une tendance à se transformer en énergie calorifique, qui présente la forme la plus stable. Puis, se livrant à de hardies généralisations, il développe l'idée que la chaleur est l'agent communiste par excellence, et que cette tendance vers l'égalisation doit conduire fatalement l'Univers à sa ruine. Quand tout sera ramené à la même température, il n'y aura plus d'énergie utilisable; ce sera la fin du monde. La nécessité d'une fin est un thème sur lequel Thomson est revenu à maintes reprises, quelques réserves qu'il ait pu faire çà et là sur la légitimité de certaines extrapolations. Une des conclusions de son Travail sur l'énergie utilisable indique assez nettement sa pensée. « La Terre, écrit-il, doit avoir été dans le passé, et elle sera dans l'avenir, impropre à l'habitation de l'homme, tel qu'il est constitué à présent, à moins que des opérations ne doivent avoir lieu qui sont impossibles sous l'empire des lois régissant les opérations connues réalisées actuellement dans le monde matériel. » Il y a là, semble-t-il, des réserves touchant à la fois la constance de certaines lois et les modifications que peuvent amener de nouvelles découvertes sur les énergies utilisables.

*
* *

De 1850 à 1860, Thomson publie de remarquables études sur les qualités électriques des métaux, la thermoélasticité et la thermoélectricité. Rappelons l'*effet* qui porte son nom et qui corres-

pond à une sorte d'hétérogénéité électrique produite par la chaleur, un courant électrique dans un conducteur homogène mais inégalement chauffé paraissant opérer un transport de chaleur dans un sens, d'ailleurs variable suivant la nature du métal. Puis poursuivant les applications de l'énergétique, Thomson édifie une théorie de l'électrolyse, que devait plus tard compléter Helmholtz en tenant compte des variations de la température. Ces profondes recherches étaient effectuées dans l'étroit laboratoire de physique de l'Université de Glasgow; Thomson l'agrandissait peu à peu, en empiétant sur ses voisins, heureux quand il pouvait s'emparer d'une cave ou d'un grenier, et ses collègues redoutaient sa puissance d'*annexation*, comme disait l'un d'eux. Le professeur se faisait aider dans la partie expérimentale de ses travaux par les étudiants les plus avancés, que transportait l'enthousiasme du maître, aussi habile à conduire de savants calculs sur les intégrales de Fourier, qu'à monter d'une manière toujours originale de délicates expériences.

Thomson fut encore un précurseur dans la question des oscillations de l'électricité. Quand on réunit par un fil les deux plateaux d'un condensateur, le passage de l'électricité d'un plateau à l'autre, qui constitue le phénomène de décharge, subit, dans certains cas, des oscillations dont Thomson détermine la période. Il suggéra même que ces oscillations pouvaient être rendues visibles en insérant dans le fil de décharge un interrupteur à étincelles, et Feddersen réussit à photographier celles-ci en les séparant au moyen d'un miroir tournant. On montre aujourd'hui avec l'oscillographe que la théorie de Thomson est très approximativement exacte. Quoiqu'il ait négligé l'énergie rayonnée dans l'espace, son Mémoire sur les *Oscillations électriques* sera toujours à rappeler dans l'histoire des ondes hertziennes et de la télégraphie sans fil.

La propagation de l'électricité dans un câble a fait l'objet de longues études de notre confrère, où l'on ne sait ce que l'on doit le

plus admirer, de la pénétration du théoricien ou de l'habileté de l'expérimentateur et du technicien. En 1855, il y avait déjà quelques câbles sous-marins, par exemple entre Calais et Douvres, et aussi entre l'Angleterre et l'Irlande, mais leur longueur était petite. La pose d'un câble entre deux pays éloignés, comme l'Angleterre et les États-Unis, présentait des difficultés mécaniques évidentes, mais il y avait aussi à cette entreprise de graves objections d'ordre électrique, qui décourageaient les ingénieurs. On devait craindre la lenteur des communications sur une ligne de plusieurs milliers de kilomètres. Le câble est, en effet, formé par un conducteur en cuivre, séparé de l'eau de mer par un revêtement isolant de gutta-percha entouré lui-même d'une armature de fils de fer; il forme un condensateur allongé de grande capacité électrostatique, se chargeant et se déchargeant d'autant plus lentement que la longueur est plus grande. Thomson vit que les conditions du problème permettaient de l'assimiler à celui de la diffusion de la chaleur, et l'étude d'une intégrale de l'équation de Fourier, correspondant à un potentiel constant à une extrémité, le conduisit à des résultats de la plus haute importance. Il n'y a pas, à proprement parler, une vitesse de propagation, et, dans la transmission d'un signal court, le temps au bout duquel l'effet est maximum dans un câble varie proportionnellement au carré de la distance. Cette loi et d'autres analogues, qui fixaient les conditions dans lesquelles la ligne devrait être établie, étaient contraires à l'opinion générale des ingénieurs électriciens et furent vivement combattues, mais Thomson montra que les expériences qu'on lui opposait confirmaient ses vues, et il fut chargé de la direction technique de l'entreprise. La question des récepteurs était capitale. Thomson imagina d'abord un galvanomètre à aimant mobile, qui permettait d'utiliser l'alphabet Morse. Il inventa, plus tard, le *siphon recorder*, galvanomètre apériodique, à aimant fixe et à cadre mobile, en relation avec un siphon où circule l'encre électrisée qui inscrit la dépêche. L'idée de fixer l'aimant et de rendre le cadre

mobile a été souvent utilisée depuis cette époque dans la construction des galvanomètres. Le 5 avril 1858, la communication était établie entre l'Irlande et Terre-Neuve, mais peu à peu les messages furent transmis plus difficilement et le câble cessa de fonctionner, échec qui tenait probablement à l'emploi de courants trop puissants. De nouvelles études, auxquelles Thomson prit la plus large part, durent être faites sur les résistances mécanique et électrique des câbles, sur les méthodes d'émission des signaux, sur les appareils d'immersion. En 1865, l'opération fut reprise, mais le câble se rompit pendant la pose. L'année suivante, le succès fut complet et définitif; la transmission eut lieu à raison de quatorze mots par minute.

L'établissement de communications télégraphiques entre l'ancien et le nouveau Monde eut un grand retentissement en Angleterre. Le 19 novembre 1866, la reine d'Angleterre, au château de Windsor, conférait à Thomson le titre de chevalier pour les services rendus à l'entreprise, en même temps que pour l'ensemble de son œuvre scientifique. Dans un banquet qui lui fut offert à cette occasion par la cité de Londres, il reprit, en répondant aux toasts prononcés, les idées souvent exprimées dans ses leçons inaugurales sur le désir, naturel à l'homme, de connaître les puissances de la nature. De son côté, la ville de Glasgow lui accordait, dans une séance solennelle, le droit de bourgeoisie. Sir William Thomson, dans son remercîment, précisa le rôle de la science abstraite. « La marche de la science, remarquait-il, est fatale et ne dépend pas du faible pouvoir des individus. Un peu plus tôt ou un peu plus tard, les progrès auraient été réalisés, ne fût-ce qu'à la suite de longs et pénibles tâtonnements, mais la théorie accélère les résultats en indiquant les principes qui doivent guider dans la recherche. » Il pensait sans doute au rapprochement entre la diffusion de la chaleur et celle de l'électricité, qui l'avait conduit aux lois fondamentales pour l'établissement de la télégraphie transatlantique.

On a toujours admis, en Angleterre, que le savant peut s'enrichir avec ses inventions. Les appareils de Thomson, relatifs à l'électricité et au magnétisme, lui rapportèrent d'importants bénéfices, dont il fit d'ailleurs profiter la science. Dès son enfance, il avait eu le goût des choses de la mer. Les longs séjours sur les navires posant les câbles transatlantiques appelèrent son attention sur les perfectionnements à apporter à la navigation. Il avait acheté un yacht, le *Lalla Roukh*, sur lequel il faisait tous les ans de longues croisières. Le yacht était un laboratoire, d'où sont sorties des contributions du plus haut intérêt pour la science nautique, tant théorique que pratique. Souvent d'illustres invités venaient participer aux travaux de leur hôte, comme Stokes, Helmholtz, Lord Rayleigh.

De toutes les inventions de Thomson dans la navigation courante, aucune n'est plus connue que ses compas ou boussoles. On sait que le compas est essentiellement formé d'un aimant mobile autour d'un axe vertical, solidaire d'une feuille circulaire sur laquelle est gravée une rose des vents. Plus de deux mille ans avant notre ère, les Chinois avaient utilisé la propriété d'une aiguille aimantée ainsi suspendue, de se diriger à peu près vers le Nord. Ce fait au contraire ne fut pas connu des Grecs et des Romains, et il semble que la boussole marine n'a commencé à être employée en Europe qu'au treizième siècle. Pendant longtemps, les compas furent construits avec de longues aiguilles pesantes; ils étaient peu sensibles et la correction due au magnétisme du navire était difficile. Il fallait, pour diminuer le frottement sur le pivot, avoir un système d'aiguilles léger; mais celui-ci devait avoir un grand moment d'inertie, pour rendre plus longue la période d'oscillation. Dans le compas Thomson, huit aiguilles courtes reliées par des fils de soie à un cercle métallique d'assez grand rayon forment la partie essentielle de l'appareil, qui réalise ainsi les diverses conditions nécessaires. Le magnétisme des pièces de fer du navire trouble les indications du compas; une com-

pensation est nécessaire. Après les études théoriques de Poisson sur le magnétisme, des méthodes de correction avaient été proposées, où l'on faisait usage d'aimants permanents et de masses de fer doux. Le nouveau compas, avec son faible moment magnétique, permettait de les utiliser dans les meilleures conditions, et la compensation était obtenue une fois pour toutes, sous une latitude quelconque et pour un cap quelconque. Le compas Kelvin, qui a contribué grandement à la sécurité de la navigation, est universellement adopté aujourd'hui dans la marine britannique, et est aussi employé dans beaucoup d'autres pays. Rappelons encore, parmi les instruments dont Thomson a doté la marine, le déflecteur qui permet de régler un compas, quand aucun astre ou objet terrestre n'est en vue, et un appareil de sondage, mesurant la pression, et par suite la profondeur, à l'aide d'un tube creux fermé par le haut et enduit de chromate d'argent attaquable par l'eau de mer.

Thomson a longuement étudié les marées. Il n'est pas, en Mécanique céleste, de problème plus complexe que celui du flux et du reflux de la mer. Newton avait, dans ses grandes lignes, donné une théorie statique de ce phénomène dû à l'attraction de la Lune et du Soleil sur les eaux qui couvrent la surface terrestre. Cette théorie, où l'on suppose remplies les conditions de l'équilibre hydrostatique, reste intéressante dans le cas des marées à longue période, où l'inertie est négligeable; le point essentiel est de tenir compte de l'influence des continents. Cette question de statique doit à Thomson des perfectionnements dus à l'introduction de constantes convenables, relatives à la distribution des eaux et des terres sur notre planète. Pour les marées diurne et semi-diurne, le point de vue statique est inadmissible. C'est peut-être dans l'étude dynamique des marées que s'est montré le mieux le génie de Laplace, et cependant la théorie est encore aujourd'hui impuissante à traiter complètement le problème. Aussi l'auteur de la *Mécanique céleste* fut-il conduit à entreprendre l'analyse harmonique

des courbes fournies dans les ports par les marégraphes. Le phénomène complexe est alors décomposé en éléments plus simples, et, quand une observation suffisamment prolongée a fait connaître les amplitudes et les phases des diverses harmoniques, on peut, par des sommations, calculer les marées pour un temps quelconque. Ces calculs sont très pénibles. On doit à Thomson un instrument, le *tide predicter*, formé essentiellement de tiges, d'excentriques et de poulies correspondant au mouvement de chacune des ondes élémentaires, qui réalise automatiquement les diverses sommations; on obtient ainsi, en moins de trente minutes, la courbe des marées en un lieu donné pour une année entière.

*
* *

L'activité de Thomson était prodigieuse, et il semblait trouver le repos dans la variété de ses occupations. Il était capable de porter à la fois son attention sur les problèmes les plus divers, comme en témoigne le carnet vert qu'il avait toujours sur lui et où il inscrivait les pensées qui lui venaient à l'esprit. On y voyait sur une même page des calculs sur la théorie cinétique des gaz et sur les câbles sous-marins. Une centaine de ces carnets, pieusement conservés, dont chaque page porte une date et quelquefois une heure, sont de précieuses reliques pour la science anglaise.

Vers 1865, Thomson entreprit, en collaboration avec Tait, professeur de physique à l'Université d'Édimbourg, un Traité de Philosophie naturelle, que les Anglais appellent le *T and T'*, d'après les initiales des deux auteurs. Ceux-ci s'étaient d'abord proposé de tracer une vaste esquisse de la Physique entière, en se plaçant au point de vue de la conservation de l'énergie, mais leur plan s'était peu à peu restreint; tel qu'il est, le livre est un Traité de Mécanique extrêmement original. Le Traité de Philosophie naturelle n'est accessible qu'à ceux qui ont

des connaissances mathématiques étendues. On y trouve beaucoup de formules, mais les auteurs entendent écrire un livre de physique. « Rien ne peut être plus fatal au progrès, disent-ils dans la préface, qu'une trop grande confiance dans les symboles mathématiques, car l'étudiant n'est que trop disposé à prendre la formule, et non le fait, comme la réalité physique. » Les lois générales de la Dynamique sont exposées d'après Newton. Cette partie présente des lacunes, et ce n'est pas sans étonnement, il faut l'avouer, qu'on voit attribuer à Newton le célèbre principe de d'Alembert. Mais ensuite, quelles admirables études sur la Mécanique analytique, et la rotation des solides et des liquides. Après Lagrange et ses successeurs, Hamilton et Jacobi, il n'était pas facile d'introduire des vues vraiment nouvelles en Mécanique analytique ; c'est ce qu'a fait Thomson avec le problème de l'action et la considération des foyers cinétiques qui constituent une remarquable généralisation du problème des foyers conjugués en optique. Avec un art consommé, les auteurs donnent la vie à des formules abstraites dans un langage souvent imagé. Il est question de *degrés de liberté*, de *domination gyrostatique*, d'*élasticité cinétique*. De nombreuses pages sont consacrées aux effets réalisés par les *gyrostats* ou systèmes à l'intérieur desquels figurent des solides animés de rotation rapide et qui opposent à certains mouvements des résistances inattendues. Les phénomènes, où s'introduisent des mouvements cachés permanents, paraissaient à Thomson de grande importance pour la Philosophie naturelle. C'était pour lui une joie de provoquer l'étonnement des visiteurs de son laboratoire, en leur montrant les réactions curieuses dues à des gyrostats ; ces questions, particulièrement celles qui concernent la stabilité, tenaient une grande place dans son enseignement. On sait l'importance qu'ont prise aujourd'hui les effets gyroscopiques dans la recherche de la stabilisation de nombreux appareils.

La seconde Partie du Traité de Philosophie naturelle traite de l'élasticité au point de vue de l'énergétique. Parmi les applications, les auteurs

étudient les déformations de la Terre sous l'effet des attractions solaire et lunaire, ce qui les conduit à rechercher l'influence de l'élasticité terrestre sur les marées ainsi que sur la précession et la nutation. Les questions de physique du globe et de cosmogonie n'avaient cessé d'intéresser Thomson depuis le temps où il écrivait sa dissertation inaugurale. Il était membre actif de la Société géologique de Glasgow et avait été pendant plusieurs années son président. Il combattit vivement les partisans, nombreux alors, de l'uniformité en géologie, et une conférence sur le temps géologique, faite en 1868, fut l'objet de longues discussions. Dans une illustration de la théorie de Hutton, Playfair avait écrit que, dans la suite des temps géologiques, l'on ne distingue ni un commencemet ni une fin ; cette doctrine uniformitarienne en géologie, d'après laquelle les choses vont, comme nous les voyons aujourd'hui, depuis des millions de millions d'années, était, en partie, une réaction contre l'École de Werner, qui avait vu partout des cataclysmes. Thomson ne se rattachait à aucune école géologique. Il fit à l'École de Hutton et de Lyell de nombreuses objections, dont l'une est tirée de l'étude du refroidissement du globe terrestre. Il suppose qu'à un moment la Terre, ayant une température uniforme, a commencé à se refroidir. Le degré géothermique, que nous pouvons observer, s'exprime alors, en suivant les idées de Fourier, à l'aide du temps, de la température initiale, et de certaines constantes, dont on peut indiquer des valeurs assez probables pour les matériaux placés à la surface du globe terrestre. Si l'on admet, par exemple, que la température initiale était de *trois mille* degrés, température à laquelle ces matériaux doivent être en fusion, on conclut de cette relation que la Terre devait être complètement en fusion, il y a cent millions d'années, et c'est sans doute une limite trop élevée.

L'origine de la chaleur solaire vint aussi apporter des arguments à Thomson contre l'école uniformitarienne. Si, comme il est probable, le rayonnement de la surface de cet astre a été au moins aussi considé-

rable qu'aujourd'hui pendant la durée des temps géologiques, cette chaleur doit se renouveler. Thomson admit d'abord l'hypothèse météorique, d'après laquelle la chaleur du Soleil serait entretenue par les météorites qui tombent sur lui, leur force vive se transformant en chaleur. Mais il lui parut bientôt qu'elle n'était pas conciliable avec l'accroissement de la masse du Soleil et la durée de l'année qui en résulterait, et il se rallia aux idées d'Helmholtz qui voyait dans la contraction de l'astre la cause principale de l'entretien de la chaleur solaire. Thomson cherche alors, moyennant quelques hypothèses extrêmes plus ou moins plausibles sur la loi de variation de la densité du Soleil à son intérieur, à évaluer le temps pendant lequel l'astre a pu rayonner au taux actuel de sa déperdition, et il arrive à la conclusion que le Soleil n'est pas très vieux. « Il semble fort probable, écrit-il, que le Soleil n'a pas éclairé la Terre durant cent millions d'années, et il est presque certain qu'il ne l'a pas fait pendant cinq cents millions d'années. » Ces conclusions ne sont, bien entendu, que provisoires. Des sources de chaleur inconnues il y a soixante ans, comme le radium, ne sont pas entrées en ligne de compte.

Cinq cents millions d'années sont bien peu de choses. Le célèbre naturaliste Huxley, alors président de la Société Géologique de Londres, ne se contentait pas d'un temps aussi court. Dans la réponse assez vive qu'il fit à Thomson, il n'hésite pas à déclarer que l'évolutionnisme a besoin de beaucoup plus de temps pour le développement de la vie, et que des formules mathématiques, déduites de données vagues, ne peuvent aller contre cette nécessité. Il va jusqu'à demander aux physiciens de ne pas se mêler de géologie, ce à quoi Thomson répondit que la Géologie est une branche de la Physique. La question de la durée des temps géologiques, quant au développement de la vie, a perdu quelque peu de son intérêt aujourd'hui, le transformisme étant moins exigeant depuis que l'on envisage la possibilité de mutations relativement rapides.

Thomson fut aussi en désaccord avec les géologues qui admettaient

l'existence d'un océan en fusion placé au centre de la terre, dont nous ne serions séparés que par une croûte fort mince ; c'était, vers 1860, une opinion très accréditée. Elle se concilie difficilement avec les phénomènes de la précession et de la nutation. Notre globe, pour Thomson, est solide jusqu'au centre, exception faite de quelques parties liquides de masses relativement faibles. Les géologues sont aujourd'hui, semble-t-il, d'accord sur ce point, admettant une enveloppe pierreuse externe d'environ quinze cents kilomètres, la stratosphère, à l'intérieur de laquelle est la barysphère, beaucoup plus dense. Mais on ne peut supposer, d'autre part, que notre globe soit un solide indéformable. La Terre possède une certaine élasticité. Abstraction faite des séismes, elle n'est jamais en repos ; sous les actions de la Lune et du Soleil, elle se soulève et s'abaisse, comme si elle respirait. Il y a nécessairement une relation entre les mouvements des eaux de l'Océan et la marée de la surface terrestre, et cette relation dépend de la rigidité de la Terre. C'est par cette voie que Thomson, attaquant le problème, fut conduit au résultat que la terre est plus rigide que le verre, sans être peut-être aussi rigide que l'acier. De nombreuses mesures, effectuées depuis cinquante ans, ont confirmé ses conclusions, en les précisant considérablement.

Les recherches cosmogoniques, dont la base, il faut l'avouer, est parfois fragile, étaient pour Thomson un délassement qui ne l'empêchait pas de poursuivre ses travaux sur l'électricité. Les appareils qu'il imagina pour les mesures électriques ont joué dans l'histoire de la science un rôle capital. Ses électromètres, ses voltmètres et tous ses appareils de mesures électriques, répandus dans le monde entier, n'ont eu à subir que des perfectionnements de détail. Avant lui, on utilisait des instruments peu comparables, et la confusion était grande dans les mesures. Les indications des instruments de Thomson sont susceptibles d'être interprétées en unités absolues, et il fut le premier à montrer comment les unités électriques fondamentales

pouvaient être déduites du principe de la conservation de l'énergie. Il avait vu clairement la nécessité d'un système aussi cohérent que possible pour les mesures électrostatiques et électrodynamiques, et il fut l'âme d'une Commission de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences, qui, pendant vingt ans, étudia cette question d'une importance capitale non seulement pour la science pure, mais aussi pour le développement de la future industrie électrique. A l'Exposition universelle d'Électricité qui eut lieu à Paris, en 1881, Thomson et notre confrère Mascart tinrent la première place dans les discussions dont devaient sortir les unités électriques modernes; deux d'entre elles, le *watt* et le *volt*, sont connus au moins de nom par tous ceux qui emploient la lumière électrique. L'entente cordiale entre les deux savants leur permit de lutter contre certaines prétentions appuyées par Helmholtz et Clausius. Mascart a raconté ces négociations difficiles, et il a noté le petit détail que c'est autour d'une table du restaurant Chiboust, où sir William et lady Thomson prenaient une tasse de chocolat, qu'on finit par s'entendre au sujet des unités désignées sous le nom d'*Ampère*, de *Coulomb*, de *Farad*. Dans les *Papers on electrostatics and magnetism*, où Thomson rassembla ses Mémoires sur ces sujets, on doit louer à la fois le géomètre ingénieux et profond, et l'inventeur des instruments variés qui lui ont valu une réputation universelle comme constructeur.

*
* *

Ceux qui ont scruté la nature des théories physiques se sont plu quelquefois à opposer, d'une part les partisans de la doctrine énergétique, formant les équations générales relatives aux transformations d'un système, sans en connaître la constitution autrement que par les variables susceptibles d'être observées au moyen desquelles on peut

les définir, et d'autre part les esprits désireux d'explications mécaniques et curieux du détail intime des phénomènes. Les seconds veulent ouvrir la montre qui est devant eux, tandis que les premiers se contentent de suivre le mouvement des aiguilles. Cette opposition est ancienne; qu'il suffise de rappeler la phrase de Pascal : « Il faut dire en gros, cela se fait par figure et mouvement, car cela est vrai, mais de dire quels et composer la machine, cela est ridicule; car cela est inutile et incertain et pénible ». L'auteur des *Pensées* visait surtout Descartes qui voyait dans l'étendue l'essence de la matière, et voulait, en partant de là, construire le monde avec de la figure et du mouvement. Notre regretté confrère Duhem a écrit un livre profond, mais systématique, sur l'objet et la structure de la théorie physique. Celle-ci est-elle une classification, ou une explication cherchant à atteindre le réel, ou bien encore une représentation au moyen d'images facilitant les raisonnements? Thomson, suivant les cas, se plaçait à ces divers points de vue. Tous les moyens lui furent bons pour faire progresser la science, et l'on ne peut, sans injustice, faire rentrer son libre génie dans des cadres tracés *a priori*. Au début de sa carrière, il fut avant tout un champion de cette Energétique qu'il contribua grandement à fonder; il suffit de rappeler ses Mémoires sur le principe de Carnot, sur la dissipation de l'énergie, sur la thermoélectricité, sur l'élasticité. Mais la tendance naturelle de son esprit le portait aussi à chercher dans le visible une représentation de l'invisible. Presque tous ses travaux sur la constitution de la matière et de l'éther sont guidés par cette pensée. Un exemple remarquable en est donné par les anneaux persistants que lancent les fumeurs dans un air calme. Helmholtz, en 1858, avait établi les propriétés fondamentales de ces tourbillons. Thomson, après avoir réalisé d'ingénieux dispositifs pour les obtenir avec des gaz chargés de fumée, complète la théorie en étudiant leur stabilité et leurs actions réciproques. Puis il suggéra que la matière peut être formée de diverses espèces d'anneaux tourbillonnaires répandus

dans un fluide parfait indéfini. C'est son hypothèse célèbre des *atomes tourbillons*. Ceux-ci possèdent bien certaines propriétés des masses matérielles : permanence, élasticité, actions mutuelles, toutes dues aux rotations rapides. A la vérité, des difficultés se présentèrent, en particulier quand on voulut expliquer la gravitation, et préciser quel est dans un atome tourbillon l'élément invariable, qu'on puisse regarder comme sa masse. Thomson finit lui-même par abandonner cette théorie atomique, à laquelle il avait su donner un grand développement. Il fut conduit plus tard à penser qu'il fallait adjoindre à l'éther et aux tourbillons un *tertium quid* pour expliquer les propriétés de la matière. Ce *tertium quid*, dit-il, peut s'appeler l'électricité. Cette suggestion a sans doute conduit divers auteurs à modifier la théorie primitive de Lord Kelvin, pour l'adapter aux phénomènes électriques.

Mais revenons un peu en arrière. La constitution de l'éther, qui transmet la lumière, et dont on a dit qu'il avait été imaginé pour donner un sujet au verbe vibrer, ne cessa d'être l'objet des études de Thomson. Il admet sans discussion son existence, et indique des limites pour sa densité. Il le regarde comme impondérable, c'est-à-dire que les molécules d'éther sont simplement sensibles aux actions des molécules (de matière ou d'éther) extrêmement voisines, mais que le coefficient d'attraction newtonien est nul pour elles. Rappelons, au sujet de l'impondérabilité de l'éther et de la constance du coefficient d'attraction pour tous les corps de notre système solaire et même stellaire, une idée curieuse, émise jadis par notre confrère M. Boussinesq : ce serait une sélection inévitable qui n'aurait maintenu dans le système, à l'époque où il était une nébuleuse très diluée soustraite par sa raréfaction aux actions moléculaires, que des substances gravitant également (c'est-à-dire ayant même coefficient d'attraction), à l'exception toutefois des matières de gravité nulle, comme l'éther, qui sont restées répandues dans tout l'espace. Dans d'autres systèmes

stellaires que le nôtre, il se peut que le coefficient d'attraction soit différent.

De grandes difficultés se présentent quand on veut rendre compte de la nature de l'éther, en faisant des comparaisons avec les milieux qui nous sont familiers. L'éther paraît en effet, à première vue, jouir de propriétés contradictoires, puisque, comme un fluide de densité très faible, il n'oppose qu'une résistance insensible au mouvement des planètes, tandis qu'il transmet des vibrations comme un solide élastique. Ces contradictions peuvent s'expliquer, d'après Thomson, par la lenteur relative du mouvement des corps célestes permettant à l'éther de conserver les propriétés des fluides, tandis que la fluidité fait place à l'élasticité devant la très grande vitesse des radiations lumineuses. Cette vue générale ne lui suffit pas, d'ailleurs ; il croit trouver un exemple concret dans la poix écossaise des cordonniers ; taillée, cette matière peut vibrer, mais, abandonnée à elle-même, elle s'écrase sous son propre poids.

Je dois rappeler aussi la conception si originale, à laquelle restera attaché le nom de Thomson, d'un *éther gyrostatique*, qui réagit contre toute cause tendant à imprimer une rotation à quelqu'une de ses parties, et cède sans résistance à toute déformation sans rotation. Ce milieu transmet les ondes transversales et non les ondes longitudinales. On évite ainsi les difficultés qui se présentent avec l'éther, tel qu'il est ordinairement envisagé.

En 1884, Thomson fit à Baltimore des conférences sur la dynamique moléculaire et la théorie ondulatoire de la lumière. Ces leçons, considérablement augmentées dans une édition ultérieure parue en 1904, ont surtout pour objet de montrer les difficultés d'une théorie dynamique des phénomènes lumineux. Des modèles mécaniques, représentant les phénomènes les plus importants de l'Optique, y tiennent une large place. Les équations différentielles, concernant le mouvement d'un éther que nul œil humain ne verra jamais, sont remplacées par les

manifestations objectives d'appareils relevant de la dynamique classique. Thomson supplée ainsi, suivant sa propre expression, à l'*aphasie* des mathématiques qui ne savent pas exprimer des idées physiques. S'agit-il de donner une représentation de la dispersion de la lumière, c'est-à-dire du fait que les périodes de vibration des lumières de différentes couleurs influent sur leurs vitesses de propagation, Thomson imagine des molécules composées d'un certain nombre d'enveloppes sphériques reliées par des ressorts, qu'il sème dans l'éther, et c'est un résultat digne d'être noté que ce modèle conduisit son auteur à découvrir la dispersion anomale qu'il ne connaissait pas alors, quoiqu'elle eût été antérieurement signalée. Dans une autre question, la molécule est formée d'une enveloppe contenant des gyrostats, et est utilisée pour l'étude de la polarisation rotatoire.

Les leçons de Baltimore étaient de longues conversations entre le savant illustre et des maîtres anglais et américains, dont plusieurs avaient déjà un nom dans la Science. Les auditeurs étaient au nombre de *vingt et un;* le professeur les appelait ses *coefficients*, pour marquer que le travail était fait en commun, et il plaisantait sur ce nombre *vingt et un*, qui est celui des constantes ou coefficients se rencontrant dans la théorie mathématique de l'élasticité. Quel fut le résultat de ce grand travail? Thomson formulait sa conclusion en disant que, dans la physique de l'éther, les théories élastiques donnent une explication, quand il n'y a pas de magnétisme en jeu, mais seulement dans ce cas. Quant à la théorie électromagnétique de la lumière de Maxwell, elle ne rentrait pas dans le type des explications cherchées par Thomson, peut-être parce qu'elle ne lui permettait pas de construire un modèle, et aussi parce qu'elle n'était pas une théorie moléculaire. En fait, il ne s'y est jamais rallié, tout en appréciant hautement les rapports nouveaux qu'elle met en évidence entre la lumière et l'électricité. Quoique la multiplicité des représentations imaginées par Thomson finisse par lasser les esprits qui recherchent l'unité, on

admirera toujours dans ces Leçons d'Optique l'œuvre d'une des intelligences les plus vives, les plus variées, les plus primesautières, qui fut jamais.

*
* *

La maîtrise du physicien de Glasgow s'était exercée sur tant de sujets qu'on recourait à lui de tous côtés pour un conseil ou pour un service. On le recherchait pour la présidence des Sociétés savantes et des Sociétés industrielles. Il avait ainsi l'occasion de présenter, sous une forme originale, l'état actuel des diverses parties des sciences pures ou appliquées. Il fit aussi de nombreuses conférences à l'Institution Royale et à l'Association Britannique. Quelques-unes de ces lectures ont été rassemblées dans trois volumes de *Popular lectures*. En une formule abrégée, il concentre quelquefois une vue profonde sur la Philosophie naturelle; tel le titre d'une de ses conférences, « L'élasticité mode de mouvement », qui le ramène à ses recherches sur les effets gyrostatiques. Navigation, magnétisme terrestre, géophysique, chaleur solaire, unités électriques, grandeur des atomes, théorie cinétique de la matière, temps géologique, il parle de tout avec une abondance et un humour, qui rendent très attrayants ces essais de haute vulgarisation. Il ne craignit pas un jour de faire une conférence populaire sur ce que les mathématiciens appellent le calcul des variations. Le problème de Didon, cherchant, avant de fonder Carthage, à enclore un terrain de la plus grande valeur possible entre la mer et une lanière de peau de bœuf de longueur donnée, y est pris comme exemple des questions qui relèvent du calcul fondé par Lagrange. Dans une autre circonstance, il parle des six portes de la connaissance, augmentant d'une unité le dénombrement habituel, car il divise le sens du toucher en deux autres, celui de la rugosité et celui de la température.

La nature d'esprit de Thomson ne le portait pas à philosopher sur la science. Il ne faut pas interpréter trop littéralement quelques-unes de ses remarques sur ce que l'on doit entendre par l'intelligence d'un phénomène : « Je ne suis jamais satisfait, écrivait-il un jour, tant que je n'ai pas pu faire un modèle mécanique de l'objet. Si je puis faire un modèle mécanique, je comprends; tant que je ne puis pas faire un modèle mécanique, je ne comprends pas. » En fait, ses modèles dynamiques sont seulement la traduction matérielle de relations analytiques, et n'ont pas d'autres prétentions. Dans ses travaux, qui relèvent uniquement de l'énergétique, Thomson ne se refusait certainement pas à dire qu'on a compris un phénomène, quand on a l'a rattaché à des faits antérieurement connus qui auraient pu permettre de le prévoir, ce qui pour beaucoup caractérise l'intelligence d'un phénomène physique. Il n'avait pas non plus l'obsession du modèle mécanique quand il écrivait ses Mémoires sur l'électrostatique, la chaleur, l'hydrodynamique, qui en font le continuateur de Coulomb, de Fourier, de Cauchy. Il semble que le goût de Thomson pour les modèles se soit surtout développé à partir du moment où il s'occupa de questions industrielles; certaines images peuvent, en effet, être particulièrement utiles dans des milieux peu accessibles aux idées abstraites. Nous devons aussi nous rappeler que le goût des représentations figurées et d'une vision concrète des choses est une des caractéristiques de l'esprit anglais. En physique, l'influence de Faraday dans cet ordre d'idées fut considérable, et elle agit fortement sur Thomson. On retrouve, je crois, chez lui, les traces de sa double formation, française et anglaise, celle-ci ayant prédominé surtout dans la seconde partie de sa carrière, et ainsi s'expliquent d'apparentes contradictions.

Thomson ne voulut jamais quitter Glasgow, malgré les multiples sollicitations de l'Université de Cambridge, qui, en 1867, l'avait nommé *fellow à vie*. Il avait fait construire l'élégante résidence de

Netterham, dans les Highlands, et il y passait le temps de ses vacances, que ne prenaient pas les croisières du *Lalla-Roukh*, aimant à y recevoir, chaque été, des savants anglais et étrangers. En 1870, il avait perdu sa femme, Margaret Crum. Plus tard, il se remaria avec Miss Blandy, qu'il avait connue à Madère. Les lettres de Lady Kelvin montrent l'intérêt qu'elle prenait aux questions de physique et l'effort qu'elle faisait pour se mêler à la vie scientifique de son mari. On la vit un jour, dans le laboratoire de Mascart au Collège de France, répétant et commentant les expériences sur les tourbillons, qui se faisaient au Cours de Philosophie naturelle de Glasgow.

*
* *

Partout où la Science était honorée, le nom de William Thomson était acclamé. Toutes les Sociétés savantes du Monde voulurent le compter parmi leurs membres. En 1877, notre Compagnie l'avait élu Associé étranger. Il présida, de 1890 à 1895, la Société Royale de Londres. Le 1er janvier 1892, Thomson recevait de Lord Salisbury, alors Premier ministre, une lettre l'informant qu'il était nommé pair du Royaume. Cette nouvelle fut accueillie avec une satisfaction générale dans tous les milieux, sir William Thomson étant connu en Angleterre du grand public qui le regardait comme le créateur de la télégraphie transatlantique, et ses nombreux instruments nautiques étant familiers à ceux — ils sont nombreux chez nos voisins — qui s'intéressent à la marine. Quelques journaux politiques firent remarquer que l'attachement du nouveau Lord à la cause unioniste libérale n'avait peut-être pas nui à sa nomination. En réalité, c'était uniquement l'homme de science d'une renommée universelle, que le Gouvernement avait honoré, et dont il voulait — Lord Salisbury le disait expressément dans sa lettre — avoir les conseils dans la Haute Assemblée. Quel titre prendrait le nouveau pair? Thomson, en bon

citoyen de Glasgow, fit choix du nom de la petite rivière Kelvin qui passe au pied des jardins de l'Université. Plusieurs s'étonnèrent de l'abandon du nom de Thomson, que tant de travaux avaient rendu célèbre. Dans une lettre à un ami Anglais, Taine regrette que sir William Thomson, dont la renommée appartient à l'Europe et non seulement à l'Angleterre, cache son illustre personnalité sous un titre inconnu. Pourquoi, ajoute-t-il, n'a-t-il pas suivi l'exemple de Lord Tennyson et de Lord Macaulay, en s'appelant Lord Thomson? Quoi qu'il en soit, il fallut débaptiser les nombreux enfants de Lord Kelvin, je veux dire ses appareils électriques, magnétiques, nautiques, répandus dans le monde entier. Le 25 février 1892, Lord Kelvin prit séance à la Chambre des Lords, introduit avec le cérémonial usuel, par Lord Sanford, et un physicien, pair héréditaire, que nous comptions, il y a quelques mois, parmi nos Associés étrangers, Lord Rayleigh. Dans les armes du baron Kelvin, on voit un étudiant de l'Université de Glasgow avec un voltmètre, et un marin anglais portant l'appareil Thomson de sondage. Le nouveau pair prit une part importante dans les discussions du Parlement, où étaient en jeu des intérêts scientifiques et industriels; il ne dépendit pas de lui que l'Angleterre adoptât définitivement le système métrique, et maintes fois il traita avec un mépris, que seule pouvait se permettre une bouche anglaise, le système incohérent de mesures que nos voisins ont tant de peine à abandonner.

En 1895, l'Institut de France célébra le centenaire de sa fondation. Lord Kelvin fut invité à prendre part à cette solennité. Dans un de ses discours, il rappela tout ce qu'il devait à notre pays : « Personnellement, dit-il, les mots me font défaut pour dire combien j'apprécie le grand honneur que vous m'avez conféré, d'être Associé de l'Institut. Mais je dois à la France une dette encore plus grande. Elle fut vraiment l'*alma mater* de ma jeunesse scientifique, et l'inspiratrice de l'admiration pour la beauté de la Science, qui m'a enchaîné et guidé pendant toute ma carrière. » Nous avons déjà dit avec quelle insistance

Lord Kelvin s'est proclamé disciple de Laplace, de Fourier et de Carnot, pour ne citer que ces trois grands noms.

En 1896, le jubilé universitaire de Lord Kelvin, nommé cinquante ans auparavant professeur à l'Université de Glasgow, fut fêté avec un éclat digne d'un des plus glorieux représentants de la science de son temps. L'Angleterre a toujours su honorer ceux qui, à des titres divers, ont bien mérité du pays et accru le prestige britannique. Ces fêtes ont laissé un souvenir inoubliable à ceux qui y ont assisté. La présence des représentants des grandes Sociétés industrielles, en même temps que des Universités et des Sociétés savantes étrangères, témoignait que l'on fêtait l'homme d'action non moins que le savant. Le représentant de notre Compagnie, en rappelant les paroles de gratitude envers la France, prononcées l'année précédente par Lord Kelvin au centenaire de l'Institut, pouvait dire à notre illustre associé : « Si la dette existe, vous l'avez payée avec usure. Dans la longue série de travaux et de découvertes qui jalonnent votre admirable carrière, une des plus nobles que l'on puisse rêver, vous avez abordé toutes les questions auxquelles la littérature anglaise conserve le nom de *Philosophie naturelle*, soit pour contribuer aux progrès des conceptions théoriques, soit pour en déduire des applications utiles au développement de l'industrie et au bien de l'humanité. Quoi que l'avenir réserve au génie inventif de l'esprit humain, votre nom restera comme ayant été le guide le plus sûr dans une époque féconde et le véritable éducateur de la génération actuelle dans le domaine de l'électricité. »

En répondant aux félicitations qui lui venaient de toutes parts, Lord Kelvin poussa la modestie à un point qui étonna quelques-uns de ses admirateurs. « Un mot, dit-il, caractérise le plus vigoureux des efforts, pour l'avancement des sciences, que j'ai faits depuis cinquante ans; ce mot est *insuccès*. Je ne sais rien de plus, de la force électrique ou magnétique et de la relation entre l'éther, l'électricité et la matière pondérable, que ce que je savais et essayais d'apprendre à mes étudiants,

quand je débutais dans la chaire de Glasgow. Cette constatation a sa tristesse, mais dans la poursuite du vrai, l'effort trouve en lui-même sa récompense et permet au savant d'accomplir avec joie sa tâche de chaque jour. » C'est le théoricien un peu déçu par l'insuccès, au moins relatif, de ses tentatives d'explications dans la Physique de l'Éther, qui semble parler ici; mais, un peu plus loin, l'expérimentateur et le technicien ajoutent : « Par contre, quelles compensations pour certains de ses échecs dans l'ordre théorique, le naturaliste trouve dans les découvertes sur les propriétés de la matière, auxquelles le conduisent l'expérience et l'observation, et dans les bienfaits que la science procure au genre humain ! » Devons-nous penser que Lord Kelvin, au soir de sa vie, n'avait plus la même foi dans les études théoriques et attachait moins d'intérêt aux recherches qu'il avait poursuivies pendant tant d'années? Quelques-uns avaient tiré cette conclusion, mais il tint à déclarer bien haut que, malgré toutes les difficultés du problème, le but suprême de la Philosophie naturelle était une théorie moléculaire et atomique expliquant les propriétés optiques, électriques et magnétiques. Il devait travailler dans cette voie jusqu'à son dernier jour.

*
* *

En 1899, Lord Kelvin abandonna la chaire où il avait enseigné pendant cinquante-trois ans; mais, pour bien montrer qu'il ne renonçait pas à ses travaux scientifiques, il se fit inscrire sur les registres de l'Université comme *research student*, c'est-à-dire étudiant se livrant à des recherches. Et, de fait, il ne cessa jusqu'à sa mort de suivre les brillantes découvertes qui se faisaient alors en physique, rayons cathodiques, rayons X, rayons de Becquerel, radium. Il s'était rallié à la théorie des électrons, qu'il appelle des électrions, et il émit même à ce sujet des idées originales, dont on trouve la trace dans l'édition défi-

nitive de ses Leçons de Baltimore. Sa conception de l'électron est très personnelle. Il avait renoncé, non sans peine, au vieil axiome scholastique de l'impénétrabilité, pour satisfaire à la mobilité des atomes à travers l'éther. L'électron est pour lui un atome qui, suivant son signe, condense ou raréfie l'éther dans l'espace qu'il occupe, et les attractions ou répulsions entre atomes électriques proviennent de forces qui s'exercent entre les atomes et les masses d'éther qui leur sont intérieures ainsi qu'entre ces masses. C'était revenir, en la rajeunissant, à la doctrine du fluide unique, que professait Œpinus au XVIIIe siècle, le fluide étant ici l'éther remplissant l'espace; d'où le titre, au premier abord singulier, d'un des Chapitres des *Leçons d'optique: Œpinus atomized.*

Lord Kelvin ne put se résoudre, toutefois, à accepter certaines théories aujourd'hui en faveur. Ainsi, il ne voulut jamais regarder l'Électricité comme l'élément ultime de la matière. En 1904, M. Balfour ayant parlé de ce sujet dans son discours présidentiel à l'Association britannique, Lord Kelvin déplora que son très honorable ami eût fait de la métaphysique. Il protesta aussi à plusieurs reprises contre la transmutation de la matière, qui lui paraissait trop légèrement admise, et de fait ces transmutations sont plutôt des décompositions ou des dissociations. La découverte du radium excita au plus haut point son intérêt. La propriété de ce corps singulier d'émettre de la chaleur le troublait profondément, et un de ses derniers travaux est consacré à une tentative d'explication de la radioactivité.

Le caractère et la valeur morale étaient chez Lord Kelvin à la hauteur du génie scientifique. L'homme était bon et simple, et un charme exquis se dégageait de sa personne. D'anciennes photographies nous le représentent déjà avec le regard profond et un peu triste, que nous lui connûmes dans ses dernières années. Il était toujours prêt à écouter et à s'instruire. Aucun savant n'eut plus que lui conscience du peu que nous savons et des mystères transcendants, ce sont ses propres paroles,

que nous offre la Nature. Il est des hommes éminents dont il est difficile de connaître la pensée profonde sur certains sujets, où ils évitent avec soin de se livrer. Tout au contraire, le naturel religieux de Lord Kelvin apparaissait à tous, et, dans maintes circonstances, il proclama sa croyance en un pouvoir créateur et en une Providence qui veille sur le Monde. Dans plusieurs de ses discours populaires, il revient sur la pensée, que l'évolution n'explique à aucun degré le grand mystère de la création. Tout jeune encore, nous l'avons dit, il avait cru pouvoir déduire de la théorie analytique de la chaleur la nécessité d'un commencement, et plus tard la doctrine de la dissipation de l'énergie lui parut montrer la nécessité d'une fin pour l'Univers. Cependant il n'avait aucun goût pour les discussions théologiques et pour les subtilités métaphysiques. Élevé dans l'Église presbytérienne d'Écosse, il lui resta toujours attaché, mais il prêtait peu d'importance aux différences entre les sectes chrétiennes. L'apologétique religieuse, qui cherche des arguments dans la science et que cultivent certains savants anglo-saxons, lui paraissait peu solide. Il n'aurait pas signé le livre que Tait, son collaborateur pour le Traité de Philosophie naturelle, fit paraître sous le titre « *l'Univers invisible* », dont le principal objet était de montrer par des raisonnements purement scientifiques la possibilité d'une vie future et d'un Dieu personnel. Sur le spiritisme, qui compte tant d'adeptes dans les milieux scientifiques anglais, Lord Kelvin était intraitable. Il le qualifiait de tissu de superstitions doublées d'impostures ; les seuls ennemis, qu'il eut peut-être, furent parmi les spirites.

Lord Kelvin vieillissait, entouré de respect et d'affection. L'Angleterre était fière de lui, et plusieurs de ses concitoyens le comparaient à Newton. Au témoignage de ceux qui l'ont le mieux connu, sa vie fut heureuse. Il trouva le bonheur dans la recherche et le culte du vrai, et aucun insuccès n'affaiblit sa foi dans la science. A un autre point de vue, Lord Kelvin peut être proposé en exemple. Cet homme de pensée fut un homme d'action, non moins habile à gérer la firme

White and Thomson, où il se rendait chaque matin après son cours, qu'à spéculer sur la dégradation de l'énergie. On parle beaucoup aujourd'hui de l'union nécessaire entre la science et l'industrie. Cette union ne fut jamais mieux réalisée que chez l'illustre savant anglais, et son œuvre montre qu'il n'est pas indifférent d'être un habile géomètre pour devenir un grand physicien et un grand technicien. Sa vie scientifique est un modèle, unique peut-être, pour ceux qui ne veulent pas séparer la pratique de la théorie.

Lord Kelvin était d'une robuste constitution. Après avoir été gravement malade au début de 1906, il retrouva bientôt toute son activité. Mais, à la suite des inquiétudes que lui causa pendant l'automne de 1907 la santé de lady Kelvin, on le vit décliner subitement, et une pneumonie l'enleva le 18 décembre. Sa mort mit en deuil l'Angleterre, qui tint à lui rendre le suprême honneur, en le faisant inhumer dans l'abbaye de Westminster. Lord Kelvin repose au milieu de la nef, près de Newton; une simple inscription recouvre ses restes : « William Thomson, Lord Kelvin, 1824-1907 ».

On lit sur le tombeau de Newton : « C'est un honneur pour le genre humain qu'un tel homme ait existé ». On eût pu écrire en toute vérité sur la tombe de Lord Kelvin, que c'est un honneur pour l'Angleterre qu'un de ses savants ait, dans l'ordre théorique comme dans l'ordre pratique, exercé une telle maîtrise, et contribué avec tant d'éclat aux progrès de la Philosophie naturelle.